

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЖЁСТКОСТИ БЕЛИЧЬИХ КОЛЁС УПРУГОДЕМПФЕРНЫХ ОПОР РОТОРОВ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Барманов И. С.

Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара, Самарская обл.,
Россия

При проектировании упругодемпферных опор (УДО) авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) и энергетических установок (ЭУ) большое внимание уделяется их динамическим характеристикам – жёсткости и демпфированию. Эти характеристики оказывают влияние на вибрационное состояние двигателя, поэтому при проектировании двигателя необходимо уделять должное внимание методикам расчёта жёсткости и демпфирования в опорах роторов. В состав УДО современных авиационных двигателей наиболее часто входит упругий элемент (УЭ) типа

«беличьего колеса», гидродинамический демпфер, подшипник качения и радиально-торцевые контактные уплотнения. Жёсткость УДО в основном определяется жёсткостью УЭ. Наибольшее практическое применение для определения коэффициента жёсткости УЭ типа «беличьего колеса» нашла формула, предложенная С. И. Сергеевым.

Данная формула очень удобна в применении, однако она даёт хорошие результаты вычисления жёсткости при отношении длины балочки к толщине больше

30. Для конструкций УЭ для ГТД это соотношение не всегда выполняется, и формула может дать погрешность при вычислении. Более того формула не учитывает величину радиуса скругления пазов, а само наличие скруглений вносит неопределённость в

отношении длины балочки – за длину можно принимать либо максимальную длину прорезей, либо длину прямолинейного участка прорезей, или же какую-то промежуточную величину.

Для повышения точности вычисления коэффициента жёсткости УЭ была создана параметрическая модель с использованием пакета *ANSYS*. Исследования проводились в безразмерном виде, были введены следующие параметры: безразмерная длина упругих балочек и безразмерный радиус скругления пазов. Коэффициент жёсткости определялся как отношение приложенной силы к перемещению. С помощью данной параметрической модели получены поправочные коэффициенты, один из которых учитывает радиус скругления пазов, а второй позволяет повысить точность вычисления коэффициента жёсткости УЭ с геометрическими размерами, характерными для авиационных УЭ. Погрешность аппроксимации численных решений не превышала 9%.

Усовершенствованная формула С.И. Сергеева позволяет с высокой степенью точности определять коэффициент жёсткости упругого элемента типа «беличьего колеса», имеющего геометрические параметры, характерные для опор авиационных

двигателей. Для оценки достоверности расчётной зависимости был проведён эксперимент. Согласно результатам эксперимента значения коэффициента жёсткости находились в пределах 9,57...11,44 кН/мм. Среднее значение коэффициента жёсткости составляет 10,47 кН/мм, а среднеквадратичное отклонение – 0,306 кН/мм. Максимальная погрешность эксперимента не превышала 3,39%.

Величина расчётных значений коэффициента жёсткости составила:

□ по формуле С. И. Сергеева: $c=13,38$ кН/мм, расхождение с экспериментальным коэффициентом жёсткости 27,7%;

□ по формуле С. И. Сергеева с учётом полученных поправочных коэффициентов:
 $c=11,14$ кН/мм, расхождение с экспериментальным коэффициентом жёсткости 6,4%.

Таким образом, использование поправочных коэффициентов позволяет с высокой степенью точности определять коэффициент жёсткости УЭ с учётом радиуса скругления пазов при геометрических размерах, характерных для УДО авиационных ГТД и ЭУ.